

УДК 622:621.31(07)

ЭЛЕКТРОПРИВОД ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Кутепов И.Н.

Научный руководитель: доц. Ковалева О.А; доц. Язев В.Н.

Сибирский федеральный университет

Синхронные приводы шаровых мельниц и сами агрегаты являются главным технологическим оборудованием золотоизвлекающей фабрики.

Нашли применение синхронные электроприводы мельниц. Синхронные двигатели применяются для шаровых, трубных и стержневых мельниц; для центробежных и поршневых насосов и компрессоров, вентиляторов, газодувок, молотковых дробилок, прокатных станов, резиновых вальцов и так далее.

Главное преимущество синхронных двигателей перед асинхронными двигателями заключается в том, что путем изменения тока возбуждения можно изменять величину реактивной мощности двигателя.

В зависимости от величины тока возбуждения реактивная мощность может выдаваться в сеть (при возбуждении) и потребляться из сети (при недовозбуждении). Синхронные двигатели обычно выполняются для работы с опережающим коэффициентом мощности, то есть для выдачи реактивной мощности в сеть, по этому широкое применение синхронных приводов способствует решению важной проблемы систем электроснабжения – проблемы получения и распределения реактивной мощности.

Шаровые мельницы относятся к типу дробильно-размольных механизмов. Эти механизмы применяются для дробления и измельчения горных пород, продуктов химической промышленности, отходов металлургического производства и т.д. В шаровых мельницах измельчение материала осуществляется падающими шарами, имеющими размер $d \leq D/20$, где D – диаметр барабана мельницы.

Для привода шаровых мельниц наиболее широко распространены электроприводы с синхронными двигателями частотой вращения 150-200 об/мин и мощностью до 6 МВт.

Все применяемые в промышленности измельчительные агрегаты можно разделить на две резко обособленные по принципу действия системы: аэродинамические мельницы (струйные размольные аппараты без мелющих тел) и механические мельницы (с мелющими телами).

Отличительной особенностью первых (применяемых для тонкого измельчения хрупких химикатов) является отсутствие в них мелющих тел. Процесс разрушения материала в струйных мельницах осуществляется в результате ударов кусков о неподвижную броню; куски движутся с большой скоростью, увлекаемые струей вдуваемого в мельницу сжатого воздуха.

Механические мельницы с технологической точки зрения следует рассматривать как машины-орудия, имеющих два основных рабочих органа различных размеров. Один из них может быть условно назван рабочим корпусом, второй представляет собой систему мелющих тел той или иной формы.

Для непрерывности процесса измельчения необходимо, чтобы мелющие тела могли перемещаться относительно корпуса. Поэтому движение, передаваемое от двигателя, может быть сообщено не обоим, а только одному из двух рабочих органов: либо рабочему корпусу, либо непосредственно мелющим телам.

Механический режим шаровой барабанной мельницы характеризует два основных параметра:

1) коэффициент относительной скорости вращения (ψ), представляющий отношение действительной скорости вращения (n , об/мин) к так называемой условной критической ($n_{кр}$):

$$\psi = \frac{n}{n_{ед}}$$

где n – действительная скорость вращения, об/мин;
 $n_{кр}$ – критическая скорость, об/мин,

2) коэффициент заполнения мельницы измельчающими телами (ϕ), представляющий отношение объема $V_{ш}$, занятого (до начала движения) шарами, к общему рабочему объему барабана:

$$\phi = \frac{V_{\phi}}{V}$$

где $V_{ш}$ – объем всей массы шаров, m^3 :

$$V_{\phi} = \frac{G_{\phi}}{\gamma_{\phi}}$$

где $G_{ш}$ – вес шаров, т;
 $\gamma_{ш}$ – объемный вес в насыпке, t/m^3 .
 V – рабочий объем барабана, m^3 :

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4},$$

где D – внутренний диаметр барабана, м;
 L – длина барабана, м.

Коэффициент полезного действия современных синхронных двигателей достигает значения 96-98%.

Важным достоинством синхронных двигателей в конструктивном отношении является больший воздушный зазор, чем у асинхронных двигателей.

Отмеченные особенности и явились причиной предпочтения к применению синхронного двигателя в приводе шаровой мельницы.

Для расчёта мощности мельниц применима очень точная формула, полученная Всесоюзным теплотехническим институтом (ВТИ, Москва) и Центральным котлотурбинным институтом (ЦКТИ, Ленинград) при испытаниях углеразмольных мельниц. Мощность на валу двигателя шаровой мельницы определяется по следующей формуле:

$$N_{в.дв} = N_{хол} + N_{ш},$$

где $N_{хол}$ – мощность холостого хода (без шаров и материала),
 $N_{ш}$ – расход мощности на движение шаров и материала, включая дополнительную мощность на трение в цапфах от веса шаров.

Мощность холостого хода, отнесенная к оси барабана, определяется:

$$N_{осб} = 3 * \sqrt{2} * \sqrt{D} * L * \Psi$$

где D – внутренний диаметр мельницы, м;
 L – внутренняя длина, м;
 Ψ – коэффициент относительной скорости:

$$\Psi = \frac{n}{n_{кр}}$$

где n – скорость вращения барабана, об/мин;

$n_{кр}$ – скорость вращения барабана, соответствующая критической скорости, об/мин:

$$n_{кр} = \frac{42.2}{\sqrt{D}} .$$

Полный расчёт мощности определяется:

$$N = 3.3 * \sqrt{2} * \gamma_0 * D^{2.5} * L * \varphi^{0.9} * \Psi ,$$

где: γ_0 – вес единицы объёма шаров вместе с материалом, находящимся между шарам
 $\varphi^{0.9}$ – величина, которая определяется при $\varphi = 0,45$.

Установочная (номинальная) мощность двигателя назначается с некоторым запасом по отношению к необходимой мощности на валу:

$$N_{дв} = (1 + K_{уст}) \cdot N_{в,дв} ,$$

где $K_{уст}$ – коэффициент запаса, или установочный коэффициент. Обычно $K_{уст}$ назначают в зависимости от ожидаемых колебаний нагрузки и возможных пиков её. В среднем для барабанных мельниц считается нормальным запасом 10%, т.е. принимают $K_{уст} = 0,10$.

Исходя из вышеизложенного, для привода шаровой мельницы приняли синхронный двигатель, что позволяет улучшить технико-экономические показатели фабрики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключев В.И., Терехов В. М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. М., Энергия, 1980. -431 с., ил.
2. Копылов И. П., Морозкин В. П., Токарев Б.Ф. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов. – В 2-х кн. /Под ред. Копылова И. П. – 2-е изд., перераб. и доп. –М., Энергоатомиздат, 1993. –384с., ил.
3. Вершинин П.П., Хашпер Л.Я. Применение синхронных электроприводов в металлургии. М.: Металлургия. 1987. – 287 с.: ил.
4. Вольдек А. И. Электрические машины. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., «Энергия», 1974. – 840 с. с ил.
5. Герман - Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в среде MatLab 6-5.